

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 3332256 C2

⑤① Int. Cl. 4:
E 02 D 3/12
C 09 K 17/00

⑦① Aktonzeichen: P 33 32 256.2-25
⑦② Anmeldetag: 7. 9. 83
⑦③ Offenlegungstag: 6. 9. 84
⑦④ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 27. 2. 86

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦⑤ Innere Priorität: ⑦② ⑦③ ⑦①
26.02.83 DE 33 06 851.8

⑦⑥ Patentinhaber:
MC-Bauchemie Müller GmbH & Co, Chemische
Fabrik, 4300 Essen, DE

⑦⑦ Vertreter:
Andrejewski, W., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Honke, M.,
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Masch, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.,
Pat.-Anw., 4300 Essen

⑦⑧ Erfinder:
Asendorf, Knut, Ing.(grad.), 4250 Bottrop, DE

⑦⑨ Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene
Druckschriften nach § 44 PatG:

DE-AS 26 23 346
DE-OS 17 84 012
DE-Z.: »Glückauf« vom 21.7.77, S.707-711;
DE-Z.: »Tiefbau« 1972, S.1004 u.1006;

⑦⑩ Verfahren zum Verfestigen von oberflächennahen Bodenschichten, insbesondere des Untergrundes von
Baugruben

DE 3332256 C2

DE 3332256 C2

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Verfestigen von oberflächennahen Bodenschichten, insbesondere des Untergrundes von Baugruben, unter Verwendung gesteuert expandierender Zweikomponenten-Kunststoffe, wobei die beiden Komponenten des nach ihrer Mischung aufschäumenden Kunststoffes als Komponenten-Gemisch an vorgegebenen Stellen in den zu verfestigenden anstehenden Boden eingebracht und dort mit erhöhtem Druck verpreßt und durch den Kontakt mit Bodenwasser und/oder Bodenfeuchtigkeit aufgeschäumt werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Expansion des eingebrachten Zweikomponenten-Kunststoffes so gesteuert wird, daß eine langsam ansteigende Druckübertragung von dem aufschäumenden Komponenten-Gemisch auf den den Injektionsbereich umgebenden Boden stattfindet, so daß eine Verkleinerung der Hohlräume im Boden durch eine Verschiebung im Lagerungsgefüge des umgebenden Bodens erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mit einer 2- bis 5fachen Verschäumungszahl gearbeitet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mit Reaktionsgeschwindigkeiten zwischen wenigen Minuten bis zu einigen Stunden oder Tagen gearbeitet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zum Erzeugen polyurethanbildender Kunststoffe

60—80 Gew.-Teile eines Gemisches hydroxylgruppenhaltiger Polyether oder Polyester sowie hydroxylgruppenhaltiger organischer Extender mit

0,05—2,0 Gew.-Teilen einer tertiären, freien oder verkappten Aminen oder einer elementarorganischen Verbindung als Regler und

20—40 Gew.-Teilen eines polymeren MDI vermischt werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß den Kunststoffkomponenten organische und/oder anorganische Füllstoffe in fester und/oder flüssiger Form zugesetzt werden, z. B. natürliche oder künstliche Fasern, Flüssigteer oder dergleichen.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verfestigen von oberflächennahen Bodenschichten, insbesondere des Untergrundes von Baugruben, unter Verwendung gesteuert expandierender Zweikomponenten-Kunststoffe, wobei die beiden Komponenten des nach ihrer Mischung aufschäumenden Kunststoffes als Komponenten-Gemisch an vorgegebenen Stellen in dem zu verfestigenden anstehenden Boden eingebracht und dort mit erhöhtem Druck verpreßt und durch den Kontakt mit Bodenwasser und/oder Bodenfeuchtigkeit aufgeschäumt werden.

Es ist ein derartiges Verfestigungsverfahren beim Streckenvortrieb bekannt, wonach Polyurethan zum Verkleben von gebräuchten Schichten eingesetzt wird. In Abhängigkeit von dem Gegendruck des Gebirges wird

eine schnelle Reaktion und geringere Verfestigungsdauer sowie eine Volumenvergrößerung nach der Reaktion erreicht, insbesondere eine besondere Klebewirkung. Im feuchten Gebirge wird eine schnell reagierende Polyurethan-Mischung eingesetzt. In Strenge handelt es sich um ein Verpreßverfahren, bei dem stets lediglich ein Ausfüllen der Hohlräume durch das aufschäumende und aushärtende Polyurethan stattfindet, während die sogenannte Verfestigung lediglich in dem Verkleben der gebräuchten Schichten zu sehen ist. Insoweit findet eine Bodenverdichtung durch Druckübertragung praktisch nicht statt, weil dazu die Gebirgsdrücke bei weitem die Schäumdrücke übersteigen (vgl. Zeitschrift »Glückauf«, 21. 7. 77, Seiten 707 bis 711).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art anzugeben, wonach sich oberflächennahe Bodenschichten durch Verwendung gesteuert expandierender Zweikomponenten-Kunststoffe durch Bodenverdichtung verfestigen lassen.

Diese Aufgabe löst die Erfindung bei einem gattungsgemäßen Verfahren dadurch, daß die Expansion des eingebrachten Zweikomponenten-Kunststoffes so gesteuert wird, daß eine langsam ansteigende Druckübertragung von dem aufschäumenden Komponenten-Gemisch auf den den Injektionsbereich umgebenden Boden stattfindet, so daß eine Verkleinerung der Hohlräume im Boden durch eine Verschiebung im Lagerungsgefüge des umgebenden Bodens erfolgt.

Nach Lehre der Erfindung werden die in den zu verfestigenden Bodenschichten befindlichen Hohlräume von dem aufschäumenden Komponenten-Gemisch in erheblichem Maße reduziert, und zwar durch unmittelbare Injektion oder andere Verbringung an diejenigen Stellen, an denen die Bodenverfestigung erfolgen soll. Dort expandiert das aufschäumende Komponenten-Gemisch, so daß eine Verdrängung der Hohlräume im mineralischen Gefüge der Bodenformation infolge gesteuerter Expansion des injizierten oder dergleichen eingebrachten Zweikomponenten-Kunststoffes erfolgt. Bodenwasser, welches sich in den Hohlräumen befindet, wird ebenfalls verdrängt und zugleich für den Aufschäumungsprozeß herangezogen. Durch die Entwässerung der Umgebung der Injektions- oder Einbringungsstelle und durch die zunehmend dichtere Lagerung der Mineralien entsteht gleichzeitig eine Erhöhung der inneren Reibung und Druckfestigkeit. Diese Effekte lassen sich selbst in Abständen von mehr als einem Meter von der Injektions- oder Einbringungsstelle in der nach dem Erfindungsgemäßen Verfahren behandelten Bodenformation noch deutlich nachweisen. Das ist darauf zurückzuführen, daß durch das praktisch langsame Erzeugen von Drücken in der behandelten Bodenformation eine Verschiebung im Lagerungsgefüge des umgebenden Bodens eintritt, die eine Verkleinerung der Hohlräume bewirkt. Durch die Langzeitwirkung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Bodenwasser selbst aus dem Mikrogefüge verdrängt. Bei zu hohen Drücken entstehen entweder spontane Spalten und Klüfte, in denen sich dann das Injektionsmaterial ansammelt und aushärtet, oder das Injektionsmaterial verteilt sich über nahegelegene Hohlräume, in denen es dann erstarrt, so daß eine weitere Druckübertragung auf die weitere Umgebung nicht mehr stattfindet. Die Nachteile vermeidet die Erfindung.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren ist es möglich, Tragkonstruktionen in oberflächennahen Bodenschichten, insbesondere im Untergrund von Baugruben ohne aufwendige Erdarbeiten und im Nachhinein durch

gezielte Bodenverfestigung im Wege der Bodenverdichtung auch an unzugänglichen Stellen wirtschaftlich durchzuführen, beispielsweise unter errichteten Gebäuden. Darin sind die wesentlichen durch die Erfindung erreichten Vorteile zu sehen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind im folgenden aufgeführt. Die Verschäumungszahl und Reaktionsgeschwindigkeit der Kunststoff-Komponenten werden durch geeignete Auswahl der Materialien und deren Zusammensetzung vorher bestimmt. Vorzugsweise wird mit einer 2- bis 5fachen Verschäumungszahl gearbeitet, darüber hinaus mit Reaktionsgeschwindigkeiten zwischen wenigen Sekunden bis zu wenigen Minuten oder gegebenenfalls bis zu einigen Stunden oder Tagen. Die Einstellung der Reaktionszeit ist von besonderer Bedeutung für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Diese gleichsam gesteuerte Reaktionszeit wird nach den folgenden Hauptkriterien ausgewählt:

- 1) mittlere Reaktionszeit (von wenigen Minuten oder einer halben Stunde bis zu zwei Stunden) werden erforderlich, wo noch genügend injizierbarer Hohlraum vorhanden ist, jedoch durch ein langsames Ansteigen der Drücke Spannungen im Untergrund erzeugt werden, die neben der Bindemittelfunktion des injizierten Materials zugleich eine Verfestigung durch Bodenverdichtung erreichen.
- 2) langsame Reaktionszeit (von mehreren Stunden bis zu zwei Tagen) wird dort verlangt, wo bei dicht gelagertem Boden oder hohem Schluff — oder Tonanteil durch die langsame Reaktion langsam ansteigende Spannungen im Untergrund entstehen und hierdurch die Tragfähigkeit erhöht wird; bei zu schneller Reaktion oder zu hohem Injektionsdruck würde hier die Gefahr der Aufspaltung des Bodens entstehen, so daß anstelle kugelartigen Injektionskörper flache Scheiben entlang der aufgesprengten Klüfte entstehen würden.

Will man eine mittlere oder niedrige Reaktivität erreichen, dann werden nach der Erfindung 60 bis 80 Gew.-Teile eines Gemisches hydroxylgruppenhaltiger Polyether und Polyester sowie hydroxylgruppenhaltiger organischer Extender mit 0,05 bis 2,0 Gew.-Teilen eines tertiären, freien oder verkappten Amins oder einer elementorganischen Verbindung als Regler und 20 bis 40 Gew.-Teilen eines polymeren MDI vermischt. In diesem Fall entsteht bei Zutritt von Wasser bzw. Bodenfeuchtigkeit ein zelliger Polyurethan-Kunststoff. Die Reaktivitätssteuerung erfolgt typischerweise durch die bloße Variation (0,5 bis 2,0 Gew.-Teile) der in der Rezeptur enthaltenen Reglermenge. Zweckmäßigerweise werden den Kunststoff-Komponenten organische und/oder anorganische Füllstoffe in fester und/oder flüssiger Form zugesetzt, z. B. natürliche oder künstliche Fasern, Flüssigteer oder dergleichen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 einen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren behandelten Boden mit verringertem Hohlraumgehalt und

Fig. 2 einen Injektionskörper.

Fig. 1 zeigt eine mittels einer eingeführten Injektionslanze 1 behandelte Bodenformation 2. Die Lagerung 3 der Bodenformation 2 ist dichter, besitzt einen verringerten Hohlraumgehalt und ist infolge der er-

reichten Bodenverdichtung druckfest und stabil, so daß eine Bodenverfestigung mit einem verbesserten Verdichtungsgrad erreicht wird.

Nach Fig. 2 soll in eine Baulücke 4 einer dicht bebauten Geschäftsstraße eine mehrgeschossige Tiefgarage mit einer Aushubtiefe von ca. fünfzehn Metern eingebracht werden. Der kiesige Untergrund geht bis zu einer Tiefe von 28 m. Darunter befindet sich festes Tertiärgestein. Da die Geometrie der Tiefgarage genau der Baulücke 4 entspricht, muß die Baugrube 5 mit senkrechten Wänden 6 verwirklicht werden. Der Aushub wird lagenweise vorgenommen und durch sinnvolle Anordnung der Injektionsstellen 7 zugleich mit dem Aushub ein wandbildender Injektionskörper 8 mit Rücksprung 9 injiziert, so daß eine Druckfestigkeitserhöhung der anstehenden Bodenschichten unter der bestehenden Bausubstanz von ca. 0,3 Newton/mm² auf über 2,0 Newton/mm² erreicht wird. Zugleich sichert der Injektionskörper 8 durch die Ausbildung eines dem Erd- druck entgegengerichteten Kippmomentes die Baugrube 5. Dadurch wird ein senkrechter Aushub der Baugrubenwände 6 möglich.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

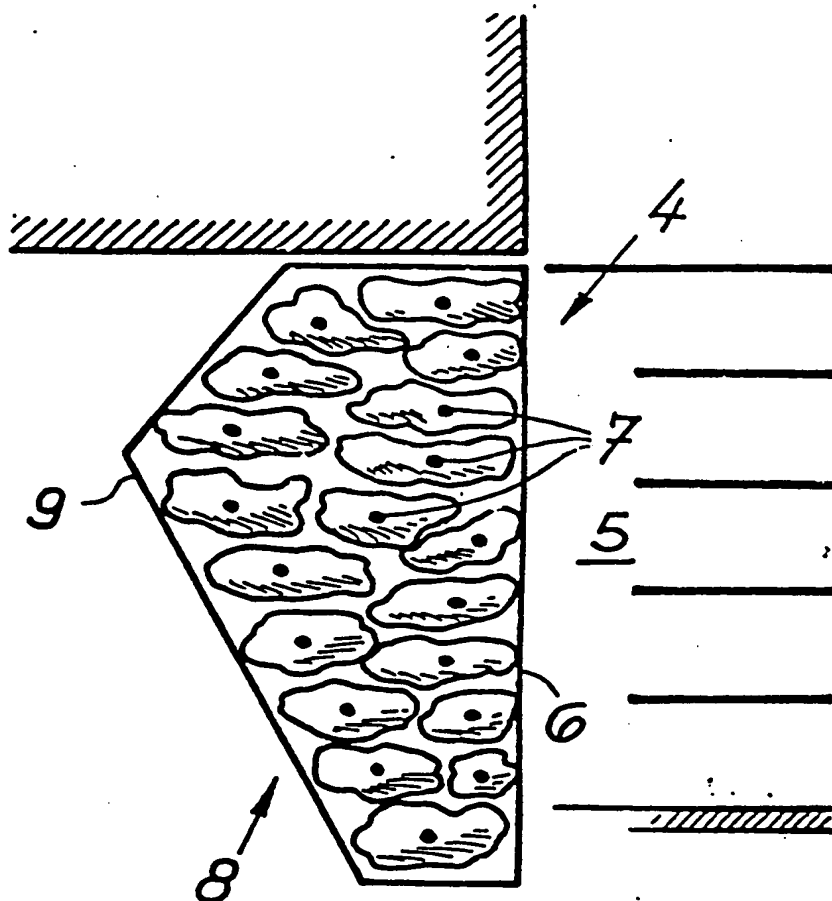


Fig. 2

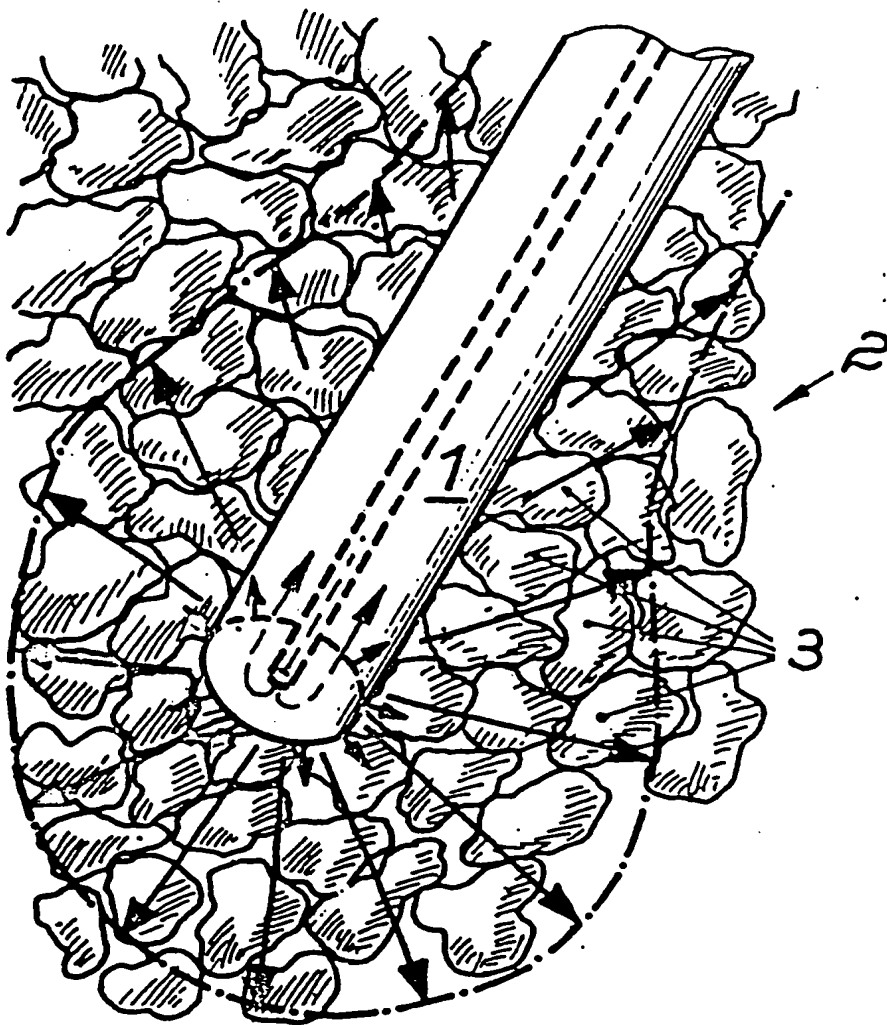


Fig. 1